امتزاز الفسفور و معامل تجهيزه الغذائي في ترب مختلفة في محتواها من الجبس

صالح قادر توفيق[1] نورالدين محمد مهاوش[2]

- [1] وزارة الموارد المائية ـ الهيئة العامة للسدود والخزانات
- [2] جامعة تكريت ـ كلية الزراعة
- بحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الاول
- تاريخ تسلم البحث 2015/10/29 وقبوله 2016/6/7

الخلاصة

تضمنت الدراسة اخذ ثلاث عينات تربة مختلفة في محتواها الجبسي 46 و148 و244 غم .كغم$^{-1}$ ومختلفة في صفاتها الكيميائية والفيزيائية. ودراسة تفاعلات الامتزاز (Adsorption) لأيونات الفوسفات على دقائق التربة للعينات الثلاثة مختلفة المحتوى من الجبس بحالتها الطبيعية وبعد أن تم إزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم. بإضافة التراكيز التالية من الفسفور 2,5 و5,5 و10,5 و20 و40 ملغم p. كغم$^{-1}$ وتطبيق معادلتي لانجماير وفروندلخ لأختبار صلاحيتهما وقد كانت النتائج. بينت دراسة الامتزاز تفوق كفاءة معادلة لانكماير ذات السطح الواحد على معادلة فروندليخ. وكذلك بينت نتائج دراسة الامتزاز بان كمية الفسفور الممتز تزداد مع زيادة كمية الفسفور المضاف. أوضحت دراسة الامتزاز ايضا ان للترب قيد الدراسة سعة امتزاز عالية للفسفور بلغت معدلات قيمتها 189.8 و177.7 و 583.3 للنماذج الثلاثة من الترب 46 و148 و244 غم.كغم$^{-1}$. وطاقة ربط واطئة بلغت معدلات قيمها 0.083 و 0.127 و 0.075 للنماذج الثلاثة من الترب على التوالي . اوضحت الدراسة ان اعلى قيم معامل التجهيز الغذائي للفسفور (Supplying parameter) كانت للعينة G2 بعد ازالة الجبس بلغت 1.38. وللعينة G3 بعد ازالة الجبس 1.59 وللعينة G_3 وازالة الجبس وكاربونات الكالسيوم بلغت 1.50.

الكلمات المفتاحية: الترب الجبسية، الامتزاز، معامل التجهيز الغذائي للفسفور، الفسفور.

Phosphorus Adsorption and Supplying Parameter in Soils Differed in Gypsum Content

S. K. Tawfeeq[1] N. M. Muhawish[2]

- **[1] Ministry of Water Resources - State Enterprise for Dams & Reservoirs**
- **[2] Tikrit University - College of Agriculture**
- Date of research received 29/10/2015 and accepted 7/6/2016

Abstract

The study was conducted to investigate the adsorption process of phosphorus (P) and to determine P supplying parameter. The study consisted taking three soils samples differed in gypsum content G1, G2, and G3 (46, 148, and 244 g.kg-1), respectively, and differed in their physicochemical characteristics. P adsorption reactions was studied at three conditions, the first was the original state, the second after removal of gypsum and the third after removal of gypsum and carbonates. Five concentrations of P were added (2.5, 5, 10, 20, and 40 mg.kg^{-1}) and three adsorption equations were tested (Langmuir single surface, Langmuir double surface, and Freundlich) to indicate their validity. The results were as follows: Adsorption study showed the superiority of Langmuir with single surface equation over Freundlich equation. Adsorption study showed that the quantity of P adsorbed increased with the increase in added P. Adsorption study showed also that the three soils possess a high adsorption capacity for P the average values for each soil reached (583, 177.7, and 189.8) and low binding energy for P the average values for each soil reached (0.075, 0.127, and 0.083) for the soils G1, G2, and G3 respectively. The study showed that the highest values of supplying parameter were for the soil G2 after gypsum removal (1.38) and for the soil G3 after gypsum removal (1.59) and after gypsum + carbonate removal (1.5).

Keywords: soils gypsum, gypsum content, adsorption, Supplying Parameter , phosphorus

المقدمة

تنتشر التـــرب الجبسية في العراق وفي المناطق الجافة وشبه الجافة ذات الخط المطري الأقل من 400 ملم/سنة. وتقدر مساحة الأراضي الجبسية في العراق بـ 88 ألف كم^2 وتشغل 20% من مساحة العراق (البرزنجي، 1986). وعلى الرغم من احتواء الترب الجبسية على كميةٍ كافيةٍ من الفسفور المعدني، فأن الكمية الجاهزة منه قليلة ودون حاجة النبات الهوني (2013)، وتعرف ظاهرة الامتزاز بانها تفاعل فيزوكيميائي بحيث تصبح ايونات الفوسفات مرتبطة على السطوح الخارجية والداخلية لدقائق التربة وبذلك تصبح اقل جاهزية للنبات وتقل الاستفادة منهـــا (Robbins واخرون ، 1999). وتؤثر ظاهرة الامتزاز في جاهزية الفسفور وذلك من خلال خفض تركيز الفسفور في محلول التربة ومن ثم يتوقع الانخفاض في معدل الانتشار للفسفور وهـذا ما اشار اليه (Lindsay ،1979 والسليفاني ، 1993 واميدي 2000)

ان معظم الاسمدة الفوسفاتية المضافة الى التربة تكون في البداية مركبات فوسفات الكالسيوم شبه المستقرة ويمكن للنبات الاستفادة منها الى ان تتحول الى اشكال اقل ذوبانا واكثر استقرارا مع مرور الزمن (العبيدي وقبع ، 2003). وتؤثر قيم طاقة الربط والامتزاز الاعظم على قيم التجهيز الغذائي للفسفور وبالتالي على نمو وحاصل النبات. والهدف من الدراسة هو معرفة تاثير نسب الجبس المختلفة للتربة على امتزاز الفسفور. واي المعادلات الرياضية الخاصة بالامتزاز هي الاكفأ في اعطاء مفهوم اوضح للامتزاز في الترب الجبسية.

المواد وطرائق البحث

أخذت ستة نماذج تربة عشوائياً من الأفق السطحي (0 - 30) سم. وتم اجراء تحاليل تقدير الجبس لهذه العينات وحسب الطريقة الموصوفة فـــي Artieda and Drohan (2006) واختيرت العينات ذات المحتـــوى الجبسي 46 و148 و244 غم .كغم$^{-1}$ ورمز لها (G1 و G2 و G3). حللت عينات التربة المستعملة في الدراسة لإيجاد توزيع حجوم دقائق التربة باستخدام طريقة الهيدروميتر الموصوفة في (Day،1965) ومنها استخرجت نسجة التربة. وقدر كل من الايصالية الكهربائية والأس الهيدروجيني لمستخلص تربة :ماء بنسبة (1:1) وحسب الطريقة الواردة في Jackson (1958), وقيست السعة التبادلية الكاتيونية (CEC) بطريقة أزرق المثلين المبسطة Simplified methylene blue method الواردة في (Savant,1994). وقدرت(كربونات الكالسيوم $CaCO_3$) بطريقة تسحيح HCl1عياري مع NaOH1عياري الواردة في (Hesse,1972). وقدرت المادة العضوية بطريقة الهضم الرطب وفقاً لطريقة Walkley وBlack الواردة في Jackson, (1958) .وتم تقدير الفسفور الكلي بطريقة حامض البيروكلوريك الواردة فـــي Page وآخرون (1982).والفسفور الجاهز في التربة باستخلاص التربـــة بمحلول بيكاربونات الصوديـوم (0.5N) عنـد pH 8.5 حسب طريقة Olsen and Watanabe، (1957). وتم تطوير اللون الأزرق باستعمال محلول مولبيدات الامونيوم، وحامض الاسكوربيك، وتم القياس باستخدام جهاز spectrophotometer وعند طول موجي 840nm كما ورد في page وآخرون (1982).

تم أخذ عينات التربة الأصلية ذات النسب المختلفة من الجبس بحالتهـا الطبيعية وحالتها بعـدإزالـة الجبس وحالتها بعد ازالة الجبس والكلس. إذ تم إزالة الجبس بالغسل بالماء المقطر وذلك لأن الجبس من المركبات سهلة الذوبان في الماء فقد تم أخذ عينة التربة وإضافة الماء المقطر لها بنسبة 1تربة : 5 ماء ورجها لمدة 30 دقيقة وتركها لتترسب لمدة يوم كامل وازالـة الراشح والاحتفاظ بالراسب وكررت العملية لعدة مرات اعتماداً على نسبة الجبس، وتزداد عدد مرات الغسل بالماء المقطر مع زيادة نسبة الجبس في العينة بحيث تم غسل العينة (G_1)جبس خمس مرات أمَّا العينة (G_2) جبس ثمانية مرات والعينة (G_3) غسلت اثنى عشرة مرة وبعدها تم تجفيف العينة في المختبر وتم طحنها وتمريرها من منخل 2 ملم ثم أخذ نصف العينة ومعاملتها بمحلول حامضي من حامض (0.2) (HCl) عياري حسب ما ذكره Goldberg و Forster ،(1991) ولحين انتهاء الفوران من العينة وإزالة الراشح والاحتفاظ بالراســب وتكرار العملية لعدة مرات وبعدها تم غسل العينة بالماء المقطر ورجها لمدة 30 دقيقة وتركها لتترسب وإزالة الراشح والاحتفاظ بالراسب وتجفيف العينة في المختبر وطحنها وتمريرها من منخل 2 ملم . وبعدها تم إجراء تجربة امتزاز الفسفور فقد تم أخذ (5) غم تربـة من كل حالة من حـالات العينات المختلفة فـي نسب الجبس وأضيف لـها (50) مل من محلـول فـوسفات أحـادي البوتاسيـوم KH_2PO_4 بالتراكيـــز القياسيـة التالية (صفر و2.5 و5 و10 و20 و40) مايكروغرام فسفور لكل مل ليصبح عدد المعاملات الكلي (54) معاملة. رجـت المعلقات في جهاز الرجاج Shaker لمدة ساعة واحدة وتركـت لمدة 24 ساعة لغرض الاتزان. ثم قـــدر الفسفور فـي الراشــح حسب طريقة Riley and Murphy (1962), وتم حساب كمية الفسفور الممتز بطرح كمية الفسفور في محاليل الاتزان من الكمية المضافة ثم وصفت باستخدام معادلة لانكماير.

وصيغتها الخطية :-

$$C/x = 1 / k \times m + C / x m$$

إذ إن

x = كمية الفسفور الممتز بوحدات مايكروغرام فسفور. غم$^{-1}$ تربة .

C = تركيز الفسفور في محلول الاتزان بوحدات مايكروغرام فسفور. سم$^{-3}$.

xm = سعة الامتزاز الاعظم ويعبر عنه في بعض المراجع (b) ووحدته مايكروغرام فسفور.سم$^{-3}$

k = ثابت لع علاقة بطاقة الربط للمادة الممتزة ووحدته (سم^{3}. مايكروغرام فسفور).

*معادلة فروندليـــــخ :-

والصيغة الخطية للمعادلة هي :

$$Logx = Log\ a + b\ Log\ c$$

إذ أن :

x = كمية الفسفور الممتز لكل وحدة وزن تربة (مايكروغرام p.غم$^{-1}$ تربة).

c = تركيز الفوسفور في محلول الاتزان (مايكروغرام p . سم$^{-3}$).

a = اعلى قيمة امتزاز .

b= ثابت تجريبي وتكون قيمته اقل من واحد.

K= ثابت تجريبي له علاقة بطاقة الربط .

معامل التجهيز الغذائي للفسفور Supplying parameter . (SP)

تم حساب هذا المعيار وكما اشير اليه من قبل Khasawneh و Copeland (1973).

$$SP = \sqrt{(C * q) \div \sqrt{(K_1 * K_2)}}$$

C= تركيز الفسفور في محلول الاتزان ملغم. لتر$^{-1}$.

q = كمية الفسفور الممتز ملغم . غم$^{-1}$ تربة .

K1 = قيمة الامتزاز الأعظم .

K2 = مقلوب قيمة طاقة الربط

(C × q) = معدل القيم المستحصلة (تركيز الفسفور في محلول الاتزان وكمية الفسفور الممتز) .

جدول رقم 1 بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية الخاصة بترب الدراسة

العينات / الصفات	**وحدة القياس**	**G1**	**G2**	**G3**
PH		7.64	7.85	7.86
EC	ديسي سمنز. م$^{-1}$	2.54	2.35	2.36
$CaSO_4$	غم.كغم$^{-1}$	46	148	244
$CaCO_3$		225	320	100
O.M		13	10	9
Total N	%	0.09	0.07	0.02
Available P	ملغم .كغم$^{-1}$	5.02	3.22	0.12
CEC	سنتي مول .كغم$^{-1}$ تربة	13.37	12.30	10.70
Sand	غم.كغم$^{-1}$	667	542	742
Silt		75	225	50
Clay		258	233	208
النسجة		S.C.L	S.C.L	S.C.L

النتائج والمناقشة

معامل التحديد R^2 والخطأ القياسي SE لمعادلتي لانكماير وفروندلخ

تشير النتائج المبينة في الجدول 2 إلى صلاحية معادلتي لانكماير وفروندلخ في الوصف الرياضي وذلك لحصولنا على معامل تحديد عالٍ تراوح من (0.83 - 0.99) لمعادلة لانكماير ذات السطح الواحد، فيما حصلت معادلة فروندلخ على قيم لمعامل التحديد تراوحت بين (0.90 - 0.99) ولأجل تحديد أفضل معادلة فقد اعتمدت قيم الخطأ القياسي (SE) الذي تراوحت قيمته بين (0.0086 – 0.018) لمعادلة لانكماير ذات السطح الواحد و بين (0.040 – 0.169) لمعادلة فروندلخ وبذلك يمكن الاستنتاج أن معادلة لانكماير ذات السطح الواحد هي أفضل معادلة رياضية لوصف عملية امتزاز الفسفور في الترب الجبسية. وعند مقارنة نتائج الدراسة بالنتائج التي حصل عليها الحديدي , (2009) من خلال دراسته لثلاث عينات مختلفة من ترب كلسية تراوحت قيم كاربونات الكالسيوم فيها مابين (155 – 298) غم .كغم$^{-1}$ تربة .

جدول 2 يبين معامل التحديد R^2 والخطأ القياسي SE لمعادلتي لانكماير وفروندلخ

نماذج التربة	المعاملات	معادلة لانكماير		معادلة فرنديلخ	
		R^2	SE	R^2	SE
G1	1	0.992	6.8×10^{-3}	0.969	9.6×10^{-2}
	2	0.992	1.8×10^{-2}	0.995	4.04×10^{-2}
	3	0.958	5.6×10^{-3}	0.969	10.1×10^{-2}
G2	1	0.862	8.6×10^{-3}	0.909	16.9×10^{-2}
	2	0.947	5.7×10^{-3}	0.970	9.9×10^{-2}
	3	0.958	7.02×10^{-3}	0.950	12.6×10^{-2}
G3	1	0.826	1.2×10^{-2}	0.942	13.7×10^{-2}
	2	0.858	1.3×10^{-2}	0.964	6.9×10^{-2}
	3	0.839	1.46×10^{-2}	0.951	13.5×10^{-2}

G= تمثل نسب الجبس لعينات التربة 46 و148 و244 غم.كغم$^{-1}$ على التوالي
1= يمثل عينة التربة الطبيعية.
2= يمثل عينة التربة مغسولة الجبس .
3= يمثل عينة التربة مغسولة الجبس وكاربونات الكالسيوم.

نلاحظ وجود اختلافات كبيرة بين النتائج إذ حصل الحديدي , (2009) على قيمة للخطأ القياسي تراوحت بين (3.1 - 2.1) وقيمة معامل التحديد تراوحت بين (0.84 – 0.88) لمعادلة لانكماير ذات السطح الواحد. و حصل على قيمة للخطأ القياسي تراوحت بين (0.16 – 0.23) وقيمة معامل التحديد تراوحت بين (0.92 – 0.94) لمعادلة فروندلخ. ويعزى سبب الاختلافات بالنتائج إلى التأثير المشترك للجبس وكاربونات الكالسيوم في هذه القيم. وحصلت العبدلي , (2005) من دراستها لنموذجين مختلفين من ترب كلسية في محافظة نينوى (بادوش والرشيدية) على قيم لمعامل التحديد بلغت – (0.91 0.90) لمعادلة لانكماير، وعلى قيم لمعامل التحديد بلغت (0.94 – 0.94) لمعادلة فروندلخ. علما أن الترب سابقة الذكر كانت تحتوي على كاربونات الكالسيوم بكمية بلغت (324) غم . كغم$^{-1}$ تربة لنموذج تربة بادوش . وكمية بلغت (298) غم . كغم$^{-1}$ تربة لنموذج تربة الرشيدية. وبذلك يمكن القول إن كمية الفسفور التي امتزت على أسطح الترب الجبسية ذات صلة وثيقة بفسفور محلول الاتزان. وهذا يتفق مع ما توصل إلية العديد من الباحثين (العبدلي , (2005) و ياسر , (2008) والحديدي, (2009) . فقد حصل العبيدي وقبع,(2003) على تفوق معادلة لانكماير ذات السطح الواحد على معادلة فروندلخ في وصف امتزاز الفوسفات لترب محافظة كركوك . ونلاحظ من الجدول 2 وجود فروق في قيم معامل التحديد والخطأ القياسي للمعادلتين أعلاه وباختلاف نسب الجبس للعينات المدروسة ففي العينة ذات المحتوى الجبسي (G1) نلاحظ أن قيمة معامل التحديد كانت لمعادلة لانكماير (0.992) مقارنةً بمعامل التحديد لمعادلة فروندلخ حقق القيمة (0.969) في حين كانت قيم الخطأ القياسي هي المحدد فقد بلغت قيمة الخطأ القياسي (0.0068) لمعادلة لانكماير وقيمة الخطأ القياسي بلغت (0.096) لمعادلة فروندلخ. أمَّا العينة ذات المحتوى الجبسي (G2) فكان معامل التحديد ذو قيمة بلغت (0.862) لمعادلة لانكماير مقارنةً بقيمة معامل التحديد التي بلغت (0.909) لمعادلة فروندليخ. وكانت قيم الخطأ القياسي بلغت (0.0086) لمعادلة لانكماير وقيمة الخطأ القياسي بلغت (0.169) لمعادلة فروندلخ. أمَّا العينة ذات المحتوى الجبسي (G3) معامل التحديد لمعادلة لانكماير بلغت قيمته (0.826) بينما معامل التحديد لمعادلة فروندلخ بلغت قيمته (0.942) في حين كانت قيم الخطأ القياسي لمعادلة لانكماير (0.012) وقيمته لمعادلة فروندليخ (0.137). وعند المقارنة بين عينات الترب المدروسة في حالاتها الثلاث (الطبيعية،

المزالة الجبس، والمزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم) لمعادلة لانكماير نلاحظ من جدول 2 أن قيم معامل التحديد والخطأ القياسي اختلفت من حالةٍ إلى حالةٍ أخرى لعينة التربة نفسها. وعند النظر إلى نموذج التربة ذات المحتوى الجبسي (G1) فإن معامل التحديد لم يطرأ عليه تغير عند إزالة الجبس وسجل انخفاض ملحوظً عند إزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم مقارنة بالحالة الطبيعية مما يدل إلى وجود تأثير للكلس في عملية الامتزاز وكانت القيم لمعامل التحديد , 0.958) (0.992 , 0.992 وهذا يتفق مع ماتوصل اليه سرحان،(2000). أمَّا بالنسبة إلى الخطأ القياسي فنلاحظ إن قيمته ارتفعت بإزالة الجبس ثم عادت لتنخفض عند إزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم وكانت القيم (0,0068 و 0,018 و 0,0056) وهنا يمكن ملاحظة أن للجبس وكاربونات الكالسيوم تأثيراً في قيم الخطأ القياسي. أمَّا نموذج التربة ذات المحتوى الجبسي (G2) فإن معامل التحديد ارتفعت قيمته بشكل ملحوظ عند إزالة الجبس وسجل ارتفاعاً ملحوظً أيضاً عند إزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم مقارنة بالحالة الطبيعية مما يدل على وجود تأثير للجبس أكبر من تأثير كاربونات الكالسيوم في ظاهرة الامتزاز بحيث كانت القيم لمعامل التحديد (0,862 و 0,947 و 0,958).

إما بالنسبة إلى الخطأ القياسي فنلاحظ أن قيمته انخفضت بإزالة الجبس وانخفضت عند إزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم مقارنة بالحالة الطبيعية وكانت القيم (0,008 و 0,005 و 0,007) وتفق النتائج مع ماحصل عليه الحديدي ،(2009). وهنا يمكن ملاحظة أن للجبس وكاربونات الكالسيوم تأثير على قيم الخطأ القياسي وتأثير الجبس كان أكبر. أمَّا نموذج التربة ذات المحتوى الجبسي (G3) فإن معامل التحديد ارتفعت قيمته عند إزالة الجبس وسجل أيضاً عند إزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم مقارنةً بالحالة الطبيعية مما يدل على وجود تأثير للجبس اكبر من تأثير كاربونات الكالسيوم على معامل التحديد، وكانت القيم (0,826 و 0,858 و 0,839) أمَّا بالنسبة إلى الخطأ القياسي فنلاحظ أن قيمته ارتفعت بإزالة الجبس وارتفعت أيضاً بإزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم مقارنة بالحالة الطبيعية وكانت القيم (0,012 و 0,013 و 0,014) وهنا يمكن ملاحظة أن للجبس وكاربونات الكالسيوم تأثير على قيم الخطأ القياسي وتأثير كاربونات الكالسيوم كان أكبر. ومن الجدول3 تشير النتائج التي حصلنا عليها إلى أن كمية الفسفور الممتز اختلفت طبقاً لاختلاف تركيز الفسفور الابتدائي المضاف وخصائص التربة قيد الدراسة وبشكل عام فان كمية الفسفور الممتز ازدادت مع زيادة كمية الفسفور المضاف. وهذا يتفق مع ما حصل عليه كل من العبدلي , (2005) والحديدي , (2009) من دراستهما على نماذج ترب كلسية من محافظة نينوى. إذ توصل الحديدي ,(2009) إلى أن تربة الكسك تمتز أكبر كمية من الفسفور مقارنة مع تربة الغابات وتربة حمام العليل وعزى سبب ذلك الى نسجة تربة الكسك (الطينية) مقارنة بالنسجة (المزيجية الطينية الغرينية) لتربتي حمام العليل والغابات. بينما وجد ياسر , (2008) من دراسته على نماذج مختلفة من الترب (رسوبية ، جبسية ، كلسية ، ورملية) في محافظة دير الزور في الجمهورية العربية السورية إلى النتيجة نفسها والتي تؤكد ان الفسفور الممتز يزداد بزيادة الفسفور المضاف. فقد ذكر أنه كانت أعلى كمية للفسفور الممتز لنموذج التربة كاربونات الكالسيوم بلغت (56.50) ملغم p . كغم$^{-1}$ تربة وأعطت أقل كمية للفسفور الممتز نموذج التربة الرملية بلغت (23.15) ملغم p . كغم$^{-1}$. فيما كانت كمية الفسفور الممتز 49.26و41.15 ملغم p . كغم$^{-1}$ لنماذج التربتين الرسوبية والجبسية على التوالي. ونلاحظ من الجدول 3 من بحثنا هذا ازدياد كمية الفسفور الممتز من 1.92 ملغم p.غم . كغم$^{-1}$ تربة الى 4.19 ملغم p.غم$^{-1}$ تربة هذه القيم للعينة ذات المحتوى الجبسي (G1) في حالتها الطبيعية. وعند إزالة الجبس كانت قيم الفسفور الممتز 1.88 – 3.88ملغم p.غم$^{-1}$ تربة. وعند إزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم حصلنا على قيم للفسفور الممتز بلغت (1.73 – 3.08) ملغم p.غم$^{-1}$ تربة في حال زيادة كمية الفسفور المضاف بشكل محلول من2.5ملغم .لتر$^{-1}$ الى 5ملغم .لتر$^{-1}$ لحالات العينة الثلاث. اما عينة التربة ذات المحتوى الجبسي (G2) في حالتها الطبيعية فكانت قيم الفسفور الممتز (1.88 – 4.08) ملغم p.غم$^{-1}$ تربة. وعند إزالة الجبس حصلنا على قيم مختلفة للفسفور الممتز بلغت 1.73 – 3.77ملغم p.غم$^{-1}$ تربة . وعند إزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم حصلنا على كمية للفسفور الممتز بلغت (1.58 – 3.02) ملغم p.غم$^{-1}$ تربة في حال زيادة كمية الفسفور المضاف بشكل محلول من (2.5) ملغم .لتر$^{-1}$ الى (5) ملغم .لتر$^{-1}$ لحالات العينة الثلاث.

أمَّا عينة التربة ذات المحتوى الجبسي (G3) في حالتها الطبيعية فكانت كمية الفسفور الممتز (1.58 – 3.88) ملغم p.غم$^{-1}$ تربة. وعند إزالة الجبس كانت كمية الفسفور بلغت (1.31 – 3.46) ملغم p.غم$^{-1}$ تربة. وعند إزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم كانت كمية الفسفور (1.23 – 3.38) ملغم p.غم$^{-1}$ تربة. في حال زيادة كمية الفسفور المضاف بشكل محلول من (2.5) ملغم .لتر$^{-1}$ الى (5) ملغم .لتر$^{-1}$.للحالات الثلاث للعينة. وعند المقارنة بين الحالات المتشابهة للعينات المختلفة لنماذج التربة قيد الدراسة ولنفس التركيز المضاف من الفسفور 5 ملغم .لتر$^{-1}$ وكمية الفسفور الممتز وحسب الجدول3. ويمكن ملاحظة أن كمية الفسفور الممتز تقل مع ازدياد كمية الجبس للعينات المدروسة وبحالاتها الثلاث ماعدا العينة (G3) مزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم التي ازدادت فيها كمية الفسفور الممتز عن العينتين (G_1 و G_2) ولنفس الحالة مزاله الجبس وكاربونات الكالسيوم. وقد يعود السبب إلى المحتوى الطيني المنخفض لهذه العينة البالغ (208) غم. كغم$^{-1}$ مقارنةً

بمحتواها العالي من الجبس العالي (G3) ومحتواها من كاربونات الكالسيوم (100) غم. كغم$^{-1}$ جدول 1فعند إزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم أَدَّى إلى سيادة المحتوى الطيني في هذه الحالة من حالات العينة الذي ادى بدوره الى زيادة كمية الفسفور الممتز.

جدول 3 يبين كمية الفسفور الممتز على التربة والفسفور في محلول الاتزان

عينات التربة	المعاملات	التركيزالمضاف ppm	الفسفورالممتزملغمp.كغم$^{-1}$تربة	محلول الاتزان ملغم p.لتر$^{-1}$
G1	1	2.5	1.92	0.58
		5	4.19	0.81
	2	2.5	1.88	0.62
		5	3.88	1.12
	3	2.5	1.73	0.77
		5	3.08	1.92
G2	1	2.5	1.88	0.62
		5	4.08	1.92
	2	2.5	1.73	0.27
		5	3.77	1.23
	3	2.5	1.58	0.92
		5	3.02	1.98
G3	1	2.5	1.58	0.92
		5	3.88	1.12
	2	2.5	1.31	1.19
		5	3.46	1.54
	3	2.5	1.23	1.27
		5	3.38	1.62

العلاقة بين الفسفور الممتز وتركيز الفسفور في محلول الاتزان

تبين الأَشكال (1 و 2 و 3 و4 و5 و6 و 7 و 8 و 9) العلاقة بين كمية الفسفور الممتز وتركيز الفسفور في محلول الاتزان هي علاقة خطية عالية المعنوية، وللعينات الثلاث للتربة المختلفة في محتواها من الجبس قيد الدراسة وبحالاتها الطبيعية، وبعد إزالة الجبس، وبعد إزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم. وقد بينا سابقاً أَن كمية الفسفور الممتز تزداد مع زيادة كمية الفسفور المضاف في عينات التربة الطبيعية قيد الدراسة الذي تأثر بخواص عينات الترب قيد الدراسة الكيميائية والفيزيائية كافة . ولاحظنا أيضاً أَن تركيز الفسفور في محلول الاتزان يزداد مع زيادة كمية الفسفور المضاف الى عينات التربة مثلما أَن كمية الفسفور الممتز ازدادت مع زيادة الكمية المضافة وتتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه (العبيدي واخرون، 2007) . ويمكن الملاحظة من الأَشكال أَدناه وجود فروق بين معامل التحديد لهذه العلاقات للعينة الواحدة وبحالاتها الثلاث (الطبيعية ، بعد ازالة الجبس، بعد ازالة الجبس وكاربونات الكالسيوم) وبين الحالات الثلاث للعينات الثلاث من الترب قيد الدراسة. ومعامل التحديد (R^2) للعينة الاولى ذات المحتوى الجبسي (G1) الذي بلغت قيمته (0.982 و 0.994 و 0.96). ومعامل التحديد (R^2) للعينة الثانية ذات المحتوى الجبسي (G2) الذي بلغت قيمته (0.977 و 0.995 و 0.987). ومعامل التحديد (R^2) للعينة الثالثة ذات المحتوى الجبسي (G3) الذي بلغت قيمته (0.970 و 0.982 و 0.960). للعينات الثلاث بحالاتها (طبيعية، ومغسولة الجبس، ومغسولة الجبس وكاربونات الكالسيوم) على التوالي. إذ نلاحظ أَن للجبس وكاربونات الكالسيوم تاثيراً في قيم معامل التحديد لكل عينة من عينات التربة قيد الدراسة. وكانت العلاقة بين كمية الفسفور الممتز وتركيز الفسفور في محلول الاتزان علاقة طردية ومعنوية وخطية لنماذج الترب المدروسة وبكل حالاتها (الطبيعية، وبعد ازالة الجبس، وبعد ازالة الجبس وكاربونات الكالسيوم) حيث ازدادت كمية الفسفور الممتز وتركيز الفسفور في محلول الاتزان مع زيادة التراكيز المضافة .

ثوابت الامتزاز الأعظم وطاقة الربط لمعادلتي لانكماير وفروندلـخ

تم حساب قيم الامتزاز الأعظم وطاقة الربط لمعادلة لانكماير ذات السطح الواحد ومعادلة فروندلــخ من خلال الميل والقاطع وقد تم استخراج ثوابت الاتزان باستخدام طريقة الانحدار الخطي لمعادلتي لانكماير وفروندليخ بطريقة اقل فرق للمربعات الصغرى (Residual least squares method) استنادا الى (Holford واخرون 1974) :-

$$Y = 0.028\ X - 0.004 \quad \ldots \quad (1)$$

وبما أن الميل = 1/Kb . والقاطع = 1/b .هذامن الناحية الكيمياوية . ومن المعادلة (1) يمكننا تعريف الميل بانه يمثل القيمة الملاصقة لـ (X) والتي تمثل (0.028). وتعريف القاطع بانه يمثل القيمة المستقلة التي تمثل (0.004) من المعادلة أعلاه .وبالتعويض عن قيم الميل والقاطع المذكورة في معادله (1) نحصل على .

$$0.028 = 1/Kb \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

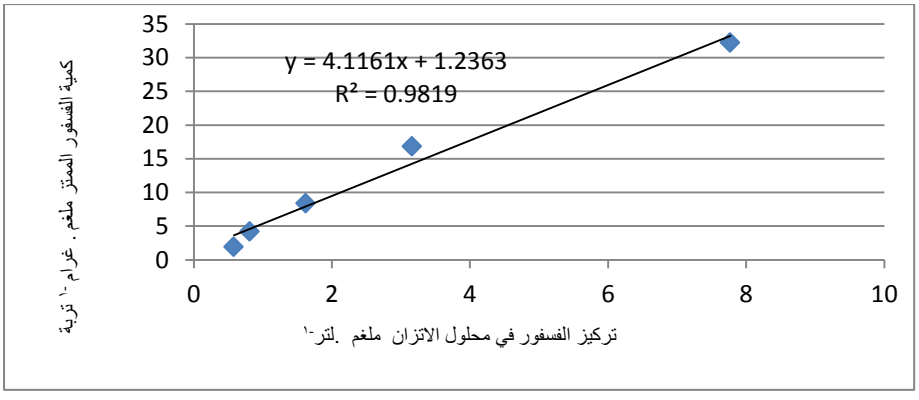
$$0.004 = 1/b \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

نستخرج قيمة (b) من المعادلة (3) التي تمثل قيمة الامتزاز الأعظم. وبتعويض قيمة (b) في المعادلة (2) نستخرج قيمة (K) والتي تمثل قيمة طاقة الربط. وفي المعادلة أعلاه كانت قيمة الامتزاز الأعظم (250) ميكروغرام .غم$^{-1}$. أمَّا قيمة طاقة الربط فبلغت (0.143). نلاحظ من القيم الموجودة في الجدول (4) التي تمثل قيم الامتزاز الأعظم (b) وطاقة الربط (K) أن هذه القيم اختلفت تبعاً لاختلاف خواص الترب قيد الدراسة الكيمياوية والفيزياوية ولكلا المعادلتين التي استخدمت للوصف (لانكماير ذات السطح الواحد وفروندلخ). فقــد حصلنا على قيم للامتزاز الأعظم بلغت (250, 200 , 333.3) ميكروغرام P .غم$^{-1}$ تربة للعينات الطبيعية ذات المحتوى الجبسي (G1 , G2, G3) على التوالي جدول (4).

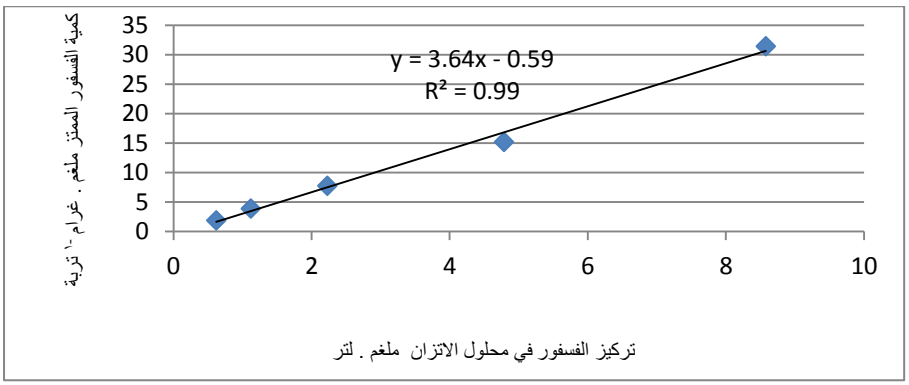
جدول 4 ثوابت الامتزاز الاعظم وطاقة الربط لمعادلتي لانكماير وفروندليخ

نماذج التربة	المعاملات	معادلة لانكماير		معادلة فرنداليخ	
		امتزاز اعظم b	طاقة الربطk	امتزاز اعظم a	طاقة الربط b
G1	1	250	0.143	0.600	1.56
	2	500	0.061	0.660	1.45
	3	1000	0.022	0.770	1.09
G2	1	200	0.161	0.603	1.62
	2	166.6	0.130	0.680	1.21
	3	166.6	0.090	0.814	0.88
G3	1	333.3	0.061	0.730	1.25
	2	111.1	0.104	0.880	0.85
	3	125	0.085	0,930	0.81

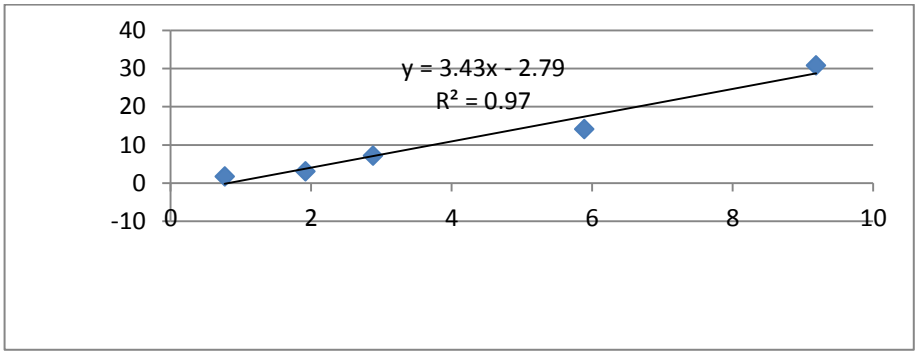
1- العينة ذات المحتوى الجبسي (G1).



شكل 1 يمثل التربة بحالتها الطبيعية

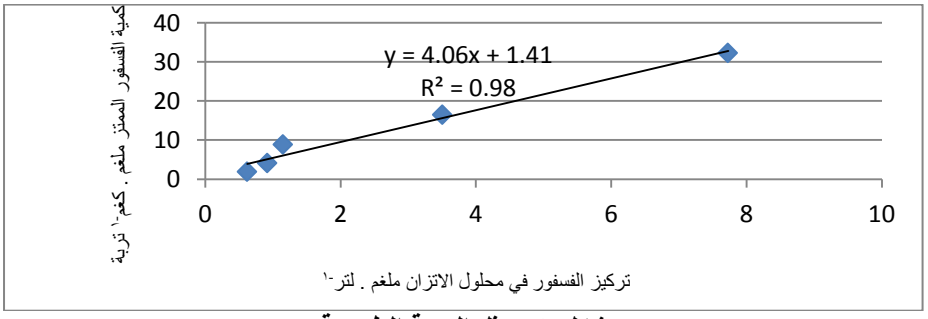


شكل 2 يمثل التربة بعد ازالة الجبس

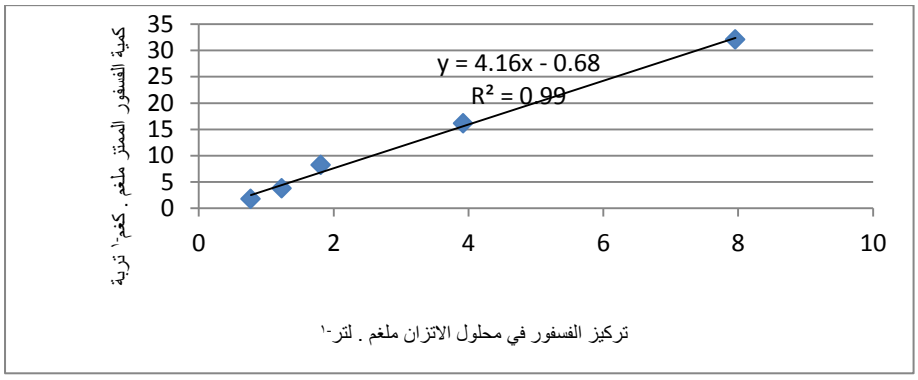


شكل 3 يمثل التربة بعد ازالة الجبس وكاربونات الكالسيوم

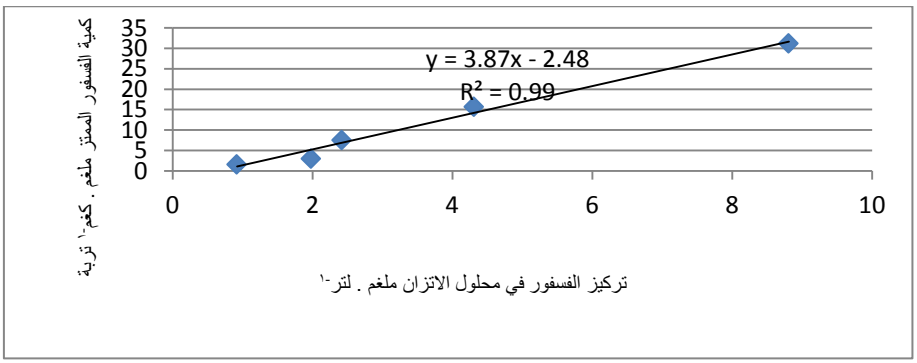
2- العينة ذات المحتوى الجبسي (G2).



شكل 4 يمثل التربة الطبيعية

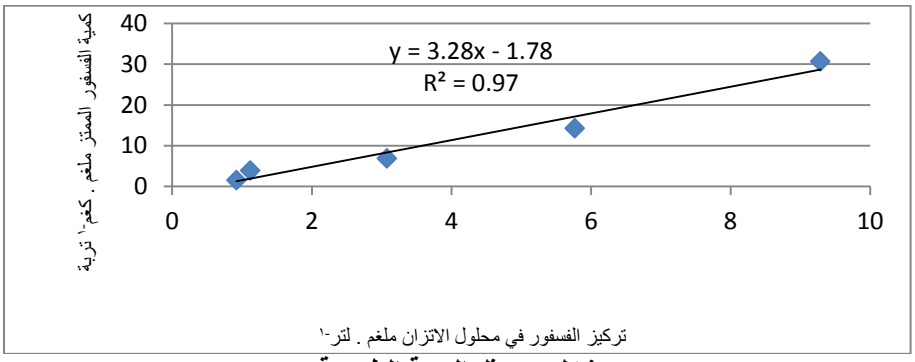


شكل 5 يمثل التربة بعد ازالة الجبس

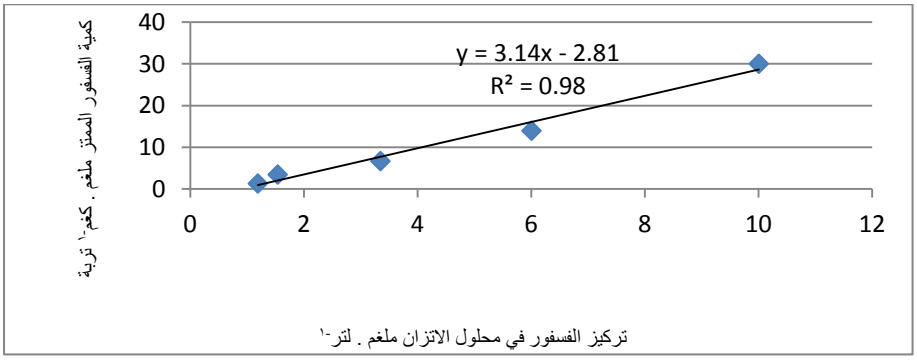


شكل 6 يمثل التربة بعد ازالة الجبس وكاربونات الكالسيوم

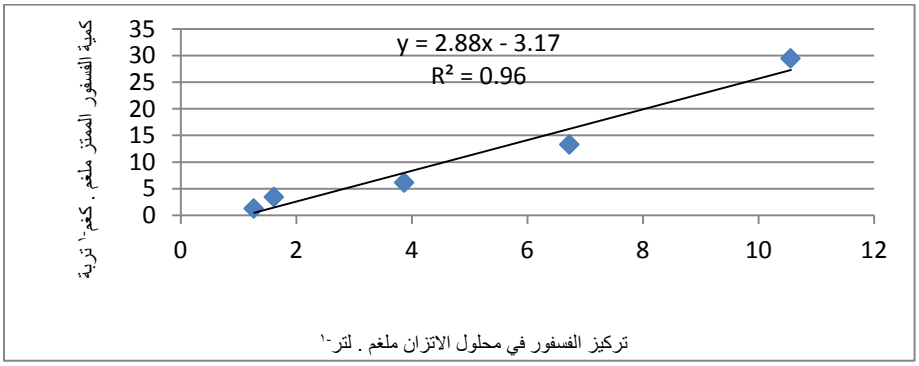
3- العينة ذات المحتوى الجبسي (G3).



شكل7 يمثل التربة الطبيعية



شكل 8 يمثل التربة بعد ازالة الجبس



شكل 9 يمثل التربة بعد ازالة الجبس وكاربونات الكالسيوم

بحيث كانت أعلى قيمة للامتزاز الاعظم للعينة ذات المحتوى الجبسي العالي. وهذه القيمة العالية للامتزاز لهذه العينة من التربة قد يكون لها تأثير في جاهزية الفسفور في التربة حيث اعطت هذه العينة أقل قيمة للفسفور الجاهز بلغت (0.12) ملغم P . غم$^{-1}$ تربة. وأن السبب في ارتفاع قيمة الامتزاز الأعظم لهذه العينة يمكن أن يعود إلى ارتفاع اس الهيدروجين، ونسبة الجبس العالية، وكاربونات الكالسيوم جدول 1 التي تزيد من تركيز أيون الكالسيوم ثنائي الشحنة الموجبة الذي يكون الأوفر حظاً للارتباط بأيون الفوسفات ثنائي الشحنة السالبة مكوناً مركبات غير جاهزة للامتصاص من قبل النبات (Tisdale وآخرون ،1997).

معامل التجهيز الغذائي لعنصر الفسفور

نلاحظ من الجدول 5 أن القيم الخاصة بالتجهيز الغذائي للفسفور لعينات التربة الطبيعية بلغت (1.24 و 1.35 و 1.03) للعينات ذات المحتوى الجبسي (G1, G2 , G3) على التوالي وتتاثر قيم التجهيز الغذائي للفسفور بطاقة الربط والامتزاز الأعظم إذ يتناسب طردياً مع قيم طاقة الربط وعكسياً مع قيم الامتزاز الأعظم التي بلغت (0.143 و 0.161 و 0.061) لطاقة الربط وبلغت (250 و 200 و 333.3) للامتزاز الاعظم على التوالي جدول 4. وتعزى زيادة قيم معامل التجهيز الغذائي للفسفور إلى كاربونات الكالسيوم في العينات قيد الدراسة. إذ تعمل كاربونات الكالسيوم على زيادة أيون الكالسيوم موجب الشحنة في محلول التربة الذي بدوره يرتبط مع الأيونات السالبة ومنها الفوسفات مكوناً مركبات غير جاهزة للامتصاص ومع مرور الزمن واستهلاك االفسفور الذائب والجاهز في محلول التربة من قبل النبات يمكن لهذه المركبات أن تساهم في تجهيز الفسفور ومعالجة النقص الحاصل في محلول التربة وذكر كل من النعيمي (1987) والطائي (1987) أن الفسفور المعدني يوجد في التربة على شكل مركبات تحتوي على الكالسيوم والألمنيوم والحديد والفلور و الكلور أو العناصر الأخرى. وقد حصل الحديدي , (2009) من دراسته لثلاثة نماذج ترب كلسية مختلفة على قيم لمعامل التجهيز بلغت (0.56 و 0.38 و 0.32) لمواقع الكسك، والغابات، وحمام العليل ذات المحتوى المختلف من كاربونات الكالسيوم (298 و 155 و 265) غم . كغم$^{-1}$ تربة على التوالي. في حين حصلت العبدلي ,(2005) على قيم لمعامل التجهيز بلغت (0.40 و 0.43) لنموذجين من التربة مختلفة في محتواها من كاربونات الكالسيوم (الرشيدية و بادوش) ذات محتوى من كاربونات الكالسيوم بلغت قيمه (298 و 324) غم . كغم$^{-1}$ على التوالي. وعند إزالة الجبس، والجبس وكاربونات الكالسيوم للعينات قيد الدراسة حصلت تغيرات في قيم معامل التجهيز الغذائي للفسفور. ففي العينة ذات المحتوى الجبسي (G1) نلاحظ انخفاض قيمة معامل التجهيز الغذائي عند إزالة الجبس لتصبح القيمة (0.90) وعند إزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم تنخفض القيمة أكثر لتصبح (0.80). وهذا قد يعود إلى ازدياد قيم الامتزاز الأعظم عند إزالة الجبس، وإزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم إذ بلغت قيم الامتزاز الأعظم (500 و 1000) ميكروغرام p . غم$^{-1}$ تربة او إلى طاقة الربط (0.061 و 0.022) على التوالي جدول (4). أمَّا العينة ذات المحتوى الجبسي (G2) فنلاحظ وجود فروق قليلة بين قيم معامل التجهيز الغذائي اذ بلغت (1.38 و 1.31) للحالتين الأولى مزالة الجبس، والثانية مزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم على التوالي . وهذه القيم تتناسب مع قيم الامتزاز الأعظم وطاقة الربط لنفس العينات إذ بلغت قيم الامتزاز الاعظم (166.6 , 166.6) ميكروغرام p . غم$^{-1}$ تربة . وطاقة الربط بلغت (0.130 , 0.090) على التوالي جدول (4). أمَّا العينة ذات المحتوى الجبسي (G3) فنلاحظ وجود فروق بين قيم معامل التجهيز الغذائي اذ بلغت (1.59, 1.50) للحالتين الأولى مزالة الجبس، والثانية مزالة الجبس وكاربونات الكالسيوم على التوالي. وهذه القيم تتناسب مع قيم الامتزاز الاعظم وطاقة الربط لنفس العينات حيث بلغت قيم الامتزاز الأعظم (111.1 , 125) ميكروغرام p . غم$^{-1}$ تربة . وطاقة الربط بلغت (0.104 , 0.085) على التوالي جدول 4.

جدول 5 يمثل معامل التجهيز الغذائي للفسفور SP

نماذج التربة	المعاملات	معامل التجهيز للعنصر الغذائي (الفسفور) SP
G1	1	1.24
	2	0.9
	3	0.8
G2	1	1.35
	2	1.38
	3	1.31
G3	1	1.03
	2	1.59
	3	1.50

المصادر

1. **البرزنجي،عبدالعزيز فاتح ،(1986)** . توزيع الترب الجبسية في العراق . ندوة الترب الجبسية وتأثيرهاعلى المنشأت والزراعة، 4- 6 تشرين الثاني 1986، وزارة الزراعة والري . بغداد ، العراق.
2. **الحديدي، عبدالقادرعبش سباك (2009)** . امتزاز الفسفور في ترب كلسية مختلفة الصفات .مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية . المجلد (9) العدد 2 : (434 – 440).
3. **السليفاني، سعيد إسماعيل عبو،(1993)** دراسة السلوك الفيزيوكيميائي لسمادي الاورثوفوسفات والبايروفوسفات . أطروحة دكتوراه – كلية الزراعة – جامعة بغداد.
4. **الطائي، طه أحمد علوان ، (1987)** . الأسمدة ومصلحات التربة (مترجم). وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة صلاح الدين، أربيل - العراق.
5. **العبدلي ، رنا سعدالله عزيز (2005)** . تفاعلات بعض الاسمدة الفوسفاتية في الترب الكلسية وتاثيرها في نمو نبات الحنطة. رسالة ماجستير – كلية الزراعة و الغابات – جامعة الموصل .
6. **العبيدي،محمد علي جمال وعامرة محمدعلي قبع (2003).** امتزاز الفوسفات في بعض الترب العراقية. زراعة الرافدين. مجلد (4) العدد (2) 38-44.
7. **العبيدي، محمد علي جمال و عمار يونس احمد كشمولة (2007)** . دراسة امتزلز البورون في بعض ترب محافظة نينوى .مجلة زراعة الرافدين . مجلد (35) العدد (2) .
8. **النعيمي، سعد الله نجم عبد الله (1987).** الأسمدة وخصوبة التربة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل.
9. **الهوني، صالح قادرتوفيق (2013)** . تأثيرمحتوى الترب من الجبس في تجزئة الفسفور واستجابة نبات الذرة للتسميد الفوسفاتي . رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة تكريت .
10. **اميدي، بيارمحمد سعيد .(2000)** موشرات الجاهزية والمعايير الثرموديناميكية للامتزاز و انطلاق الفوسفات في الترب الكلسية. رسالة ماجستير– كليةالزراعة – جامعةدهوك.
11. **سرحان، ابراهيم خليل (2000)** . تاثير السعة التنظيمية للفسفور على الاحتياجات السمادية الفوسفاتية لمحصول الحنطة تحت الظروف الديمية. اطروحة دكتوراه – كلية الزراعة والغابات – جامعة الموصل .
12. **ياسر ، ياسر جمعة (2008).**سلوك الفسفور المضاف لنماذج مختلفة من الترب في محافظة ديرالزور – سوريا. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم البيولوجية المجلد 30 العدد 5 : (193 – 201).
13. **Artieda, O.; J. Herrero, and P.J. Drohan. (2006)**. Refinement of the differential water loss method for gypsum determination in Soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 70: 1932-1935.
14. **Day, P.R. (1965).** Particle Fractionation and particle size analysis. *In*: Black et al. (eds.) Methods of Soil Analysis, Part 1, pp.545-567. Agron., No.9 , ASA : Madison. WI.
15. **Goldberg and Forster , (1991)** . Boron Sorption on calcareous soils and reference calcites . Soil Sci. , 152:304-310
16. **Hesse, P.R.(1972).**A text book of soil chemical analysis chemical publishing Co, Inc. New York. 204 - 250.
17. **Holford, I.C.R., R.W.M. Wedderburn and G.E.G. Mattingly (1974).** A langmuir two-surface equation as a model for phosphate adsorption by soils. J. of Soil Sci. 25(2): 242-255.
18. **Jackson,M.L.(1958).**Soil chemical analysis.Prentice hall Inc. Englewood.Ciffs. N. 11: 188-196.
19. **Lindsay, W.L. (1979).** Chemical Equilibria in Soils.John Weily and Sons.Inc. New York.
20. **Murphy , J. ; and H.P. Riley. (1962).** A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters.Anal.Chim.Acta.27 : 31-36.
21. **Olsen, S.R. and F.S. Watanabe, (1957).** A method to determine a phosphorus adsorption maximum of soils as measured by the Langmuir isotherm. Soil Sci. Soc. America Proc., 21: 144–9.
22. **Page, A.L.; R.H. Miller and D.R. Keeney, (1982).** Methods of soil analysis. Part (2) 2nd .ed. Agrnomy series 9. Amer. Socof Agron Madison.. Wisconsin. USA.
23. **Robbins C. W., D. T. Westermann, and L. L. Freeborn (1999).** Phosphorus Forms and extractability from three source subsoil S. S. S. A. J. 63. : 1717 – 1729.
24. **Savant, N.K.A,(1994**).Simplified methylene blue method rapid determination of cation exchange capacity of mineral soils.Commun . Soil Sci . Plant Anal . 25: 3357-3364 .
25. **Tisdale , S. L. ; W. L. Nelson; J. D. Beaton and J.L. Havlin (1997).** Soil fertility and fertilization prentice. Hall of India Newdelhi.